

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-300608

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>G 01 B 11/24  
21/20

識別記号

1 0 1 Z

庁内整理番号

8304-2F  
7907-2F

⑬公開 平成2年(1990)12月12日

審査請求 有 請求項の数 2 (全8頁)

⑭発明の名称 3次元形状計測装置

⑯特 願 平1-122578

⑯出 願 平1(1989)5月16日

⑯発明者 河野 明 夫 大阪府大阪市中央区平野町4丁目1番2号 オージー情報システム株式会社内

⑯発明者 藤原 淳 一 大阪府大阪市住之江区南港東8丁目2番12号 株式会社オージー情報システム総研南港研究所内

⑰出願人 オージー情報システム株式会社 大阪府大阪市中央区平野町4丁目1番2号

⑰出願人 株式会社オージー情報システム総研 大阪府豊中市新千里西町1丁目2番1号

⑱代理人 弁理士 西教 圭一郎 外1名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1、発明の名称

3次元形状計測装置

## 2、特許請求の範囲

(1)複数の異なる位置にそれぞれ配置され、相互に異なる波長を有するパターン光またはスリット光を被計測物体に同時に照射する複数の照射手段と、

前記照射手段に個別に対応してその対応する照射手段とは異なる位置にそれぞれ配置され、前記対応する照射手段からの前記波長を有する光が照射されている被計測物体を撮像する複数の撮像手段と、

前記撮像手段からの出力にตอบสนองして、撮像して得られる画面を多数の画素に分けて明暗の二値化を行い、その二値化信号をメモリにストアし、そのストア内容を読出して三角法に基づいて被計測物体の3次元の形状を演算して求める処理手段とを含むことを特徴とする3次元形状計測装置。

(2)光照射手段と撮像手段とは、バンドパス色フ

イルタを備えることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の3次元形状計測装置。

## 3、発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本発明は、たとえば産業用ロボットの目などとして好適に実施することができる被計測物体の3次元形状を計測するための装置に関する。

## 従来の技術

典型的な先行技術では、被計測物体の形状を計測するために、たとえばプローブなどを被計測物体に当接しつつ移動を行い、アームの関節の角度などから被計測物体の形状を計測していた。

この先行技術では、プローブが被計測物体に接触する必要がある、したがって被計測物体が柔らかいものや高温なものあるいは危険なものなどであるときには、計測を行うことができない。また被計測物体の表面を、少しずつずれて何回も走査しなければならず、したがって計測精度を向上するためには、前記走査の間隔を密にしなければならず、計測に長時間要することになる。また構成

大がかりである。

他の先行技術は、本件出願人による特願昭62-211554に開示されている。この先行技術では、被計測物体に光パターンを複数の各照射手段によつて順次的に照射し、その照射手段に個別に対応してその対応する照射手段とは異なる位置に設けられた撮像手段によつて、光パターン照射期間中にその照射されている被計測物体を撮像し、この撮像手段の出力に基づいて、三角法に従い、被計測物体の形状を演算して求める。

発明が解決しようとする課題

このような先行技術では、複数の各照射手段を順次的に切換えて、被計測物体に光を照射しなければならない、そのため計測に長時間を必要とする。したがつてたとえば被計測物体が人間などであるときには、その被計測物体を長時間に亘つて静止状態に保つことが困難であり、このような人間などのような被計測物体の形状計測は難しい。

本発明の目的は、被計測物体の3次元形状を、簡単な構成で高速に計測することができるように

-3-

次元形状計測装置である。

作用

本発明に従えば、被計測物体に複数の照射手段から同時にパターン光またはスリット光を照射し、これらの各照射手段からの光は、相互に異なる波長を有している。複数の各撮像手段は、照射手段に個別に対応しており、その対応する照射手段からの前記波長を有する光が照射されている被計測物体を、撮像する。したがつて各撮像手段は、その対応する照射手段からのパターン光またはスリット光が被計測物体に照射されている状態で、その対応する照射手段からの前記波長を有する光による画像のみを撮像することができる。各照射手段は、同時に光を照射する。したがつて被計測物体がたとえば人間などのように長時間静止状態を保つことが困難である場合においても、短時間に、計測を行うことが可能である。

各撮像手段の出力は、二値化されてメモリにストアされ、そのメモリのストア内容を読出して三角法に基づいて被計測物体の3次元の形状を演算

-5-

した3次元形状計測装置を提供することである。

課題を解決するための手段

本発明は、複数の異なる位置にそれぞれ配置され、相互に異なる波長を有するパターン光またはスリット光を被計測物体に同時に照射する複数の照射手段と、

前記照射手段に個別に対応してその対応する照射手段とは異なる位置にそれぞれ配置され、前記対応する照射手段からの前記波長を有する光が照射されている被計測物体を撮像する複数の撮像手段と、

前記撮像手段からの出力に応答して、撮像して得られる画面を多数の画素に分けて明暗の二値化を行い、その二値化信号をメモリにストアし、そのストア内容を読出して三角法に基づいて被計測物体の3次元の形状を演算して求める処理手段とを含むことを特徴とする3次元形状計測装置である。

また本発明は、光照射手段と撮像手段とは、バンドパス色フィルタを備えることを特徴とする3

-4-

して求める。

実施例

第1図は、本発明の一実施例の計測装置20の平面配置図である。被計測物体1の周囲には、複数（この実施例では3）の照射手段6a, 6b, 6c（総称するときは6）が周方向に間隔をあけて（この実施例では1つの仮想円上で等間隔に）配置される。被計測物体1の周囲にはまた、前記照射手段6に個別に対応したテレビカメラ8a, 8b, 8c（総称するときは8）が、対応する照射手段6とは異なつた位置に配置される。

照射手段6a, 6b, 6cの前方には、バンドパス色フィルタ2a1, 2b1, 2c1がそれぞれ配置される。またテレビカメラ8a, 8b, 8cの前方には、バンドパス色フィルタ2a2, 2b2, 2c2がそれぞれ配置される。照射手段6aとそれに対応するテレビカメラ8aの前方にそれぞれ配置されているバンドパス色フィルタ2a1, 2a2は、第2図のラインR1で示されるような透過率特性を有している。また照射手段6b

-6-

と、それに対応するテレビカメラ8bとの各前方位置に配置されているバンドパス色フィルタ2b1, 2b2は、第2図のラインG1で示される透過率特性を有する。さらにまた照射手段6cとそれに対応するテレビカメラ8cの各前方位置に配置されるバンドパス色フィルタ2c1, 2c2は、第2図のラインB1で示される透過率特性を有する。これらの各バンドパス色フィルタ2a1, 2a2; 2b1, 2b2; 2c1, 2c2の透過率が高い値を有する波長の帯域は相互に異なっている。

第3図は、計測装置20のブロック図である。各照射手段6a, 6b, 6cは同時に光パターン7a, 7b, 7c(総称するときは7)を有するパターン光の照射を行う。これに対応してテレビカメラ8a, 8b, 8cで撮像された画像は、処理回路9に与えられる。処理回路9に関連して、画像メモリ10と、後述の二値化パターン17をストアするメモリ11a, 11b, 11c(総称するときは11)とが設けられる。

-7-

簡略化のため、照射手段6aとテレビカメラ8aとを用いた計測動作のみを示す。前記液晶スリット板21の電極25に選択的に電力を導出することによつて、第5図において参照符27a, 27b, 27cで示される透光領域と、参照符28a, 28b, 28cで示される非透光領域とが形成され、これによつて光源23からの光は、グレイコードに従つてコード化された光パターン7aとして非計測物体1に照射される。透光領域27a, 27b, 27c(総称するときは27)と、非透光領域28a, 28b, 28c(総称するときは28)とによつてそれぞれスリットパターン29a, 29b, 29c(総称するときは29)が構成される。

たとえば電極25a, 25d, 25e, 25hに電力が与えられて形成されるスリットパターン29cが用いられ、光パターン7aの照射が行われたときには、第5図で示されるような陰影が現れる。すなわち透光領域27cを透過した光の帯が照射されている部分は白抜きとなつており、

第4図は、照射手段6aの構成を示す図である。照射手段6aは、液晶スリット板21と、処理回路9からのパターン信号をデコードして、前記液晶スリット板21のスリットパターンを変化させるデコーダ22と、光源23とを含んで構成される。

液晶スリット板21の一方の表面には、縦方向に複数(この実施例では8)に分割されたアノード側透明電極25a, 25b, ..., 25h(総称するときは25)が形成されており、デコーダ22から個別に電力が与えられる。液晶スリット板21の他方の表面には、共通にカソード側透明電極26が形成されており、この電極26は接地される。電極25, 26間に充填される液晶は、電界を印加することによつて遮光性となるものと、透光性となるものとどちらであつてもよい。本実施例では遮光性となるものを用いる。残余の照射手段6b, 6cも同様にして構成される。

第5図は、計測装置20を用いた計測方法を説明するための図であり、この第5図と前述の第3図とを参照して計測方法を説明する。なお説明の

-8-

非透光領域28cによつて光が遮断された陰の部分にはハッチングが施されている。

これらのスリットパターン29の透光領域27および非透光領域28は、非計測物体1の形状計測が可能な領域に対応して示すと、第6図(1), 第6図(2)および第6図(3)のようにそれぞれなる。こうして被計測物体1の形状計測が可能な領域は、合計8つの領域部分P0~P7に分割することが可能になる。なお第6図において「0」で示される部分は影の部分であり、「1」で示される部分は光の帯が照射されている部分である。

被計測物体1の形状を計測する場合、先ず被計測物体1を照射手段6aによつて光を照射しない状態においてテレビカメラ8aで撮像を行い、その画像15をメモリ10にストアしておく。次に、電極25a, 25d, 25e, 25hをハイレベルとしてスリットパターン29cを形成し、被計測物体1に光の帯の照射を行う。これによつて撮像した画像16を処理回路9に読込む。照射手段6aによる光の帯を用いない無投影時の画像15

-9-

-10-

と、照射手段 6 a による光の帯の照射時における画像 1 6 とでは、被計測物体 1 の色やその色の濃淡などによつて各画面 1 5, 1 6 の画素のレベルが、たとえば 1 0 0 段階に分けられて構成される。

処理回路 9 は、照射手段 6 a からの光の帯の照射時における画像 1 6 の各画素毎の濃淡レベル R から、照射手段 6 a を使用しない無投影時の画像 1 5 の濃淡レベル S を各画素毎に引算して、各画素毎の差 T ( $T = R - S$ ) を演算し、この差 T を予め定めた値でレベル弁別して、二値化パターン 1 7 を演算して求める。こうして得られる二値化パターン 1 7 を、スリットパターン 2 9 a, 2 9 b, 2 9 c の使用の度毎に求め、メモリ 1 1 a にストアする。

被計測物体 1 が暗室にあるときには、無投影時の濃淡画像 1 5 を得る必要がなく、投影時の濃淡画像 1 6 の各画素をレベル弁別して二値化パターン 1 7 を作成するようにすればよい。

被計測物体 1 の形状が計測可能な領域における分割された領域部分 P 0 ~ P 7 のグレイコードに

よる分離値は、第 1 表のとおりとなる。

第 1 表

位置	領域部分	スリットパターン 2 9 a	スリットパターン 2 9 b	スリットパターン 2 9 c
計測可能な領域	P 0	0	0	0
	P 1	0	0	1
	P 2	0	1	1
	P 3	0	1	0
	P 4	1	1	0
	P 5	1	1	1
	P 6	1	0	1
	P 7	1	0	0

第 7 図は本発明の原理を説明するための図であり、第 7 図および第 5 図を参照して、メモリ 1 1 a から読出した二値化パターン 1 7 に基づいて、被計測物体 1 の特定部分の位置 Q を求める原理を説明する。先ずスリットパターン 2 9 a, 2 9 b, 2 9 c を用いて、光の帯をグレイコードに従つて照射することによつて、前述のように形状計測可能な領域は、領域部分 P 0 ~ P 7 に分割される。この各スリットパターン 2 9 a, 2 9 b, 2 9 c による光の帯の各照射状態は、テレビカメラ 8 a

-11-

によつて個別的に撮像される。

次に、メモリ 1 1 a の特定の位置 Q に対応した画素 Q a, Q b, Q c の二値化された論理値を取る。たとえば、論理値が「1 0 1」であるときには、第 1 表から位置 Q は領域部分 P 6 に存在することが分かる。

こうして、照射手段 6 a とテレビカメラ 8 a とを結ぶ直線 1 8 と、領域部分 P 6 と照射手段 6 a とを結ぶ直線 1 9 との成す角度 Q 1 と画素 Q a, Q b, Q c に基づく位置 Q とテレビカメラ 8 a とを結ぶ直線 2 0 との成す角度 Q 2 と、予め計測しておいた照射手段 6 a とテレビカメラ 8 a との間の距離 L とに基づいて、三角法に従つて位置 Q を演算して求めることが可能となる。

こうして求められた各画素毎の位置 Q をメモリ 1 1 a にストアし、残余の照射手段 6 b, 6 c およびテレビカメラ 8 b, 8 c についても、照射手段 6 a およびテレビカメラ 8 a と同時に、同様の動作を行い、各画素毎の位置 Q をそれぞれメモリ 1 1 b, 1 1 c にストアする。各照射手段 6 およ

-13-

-12-

びテレビカメラ 8 の相互の位置関係は予め分かつており、被計測物体 1 の近傍の空間をコード化することができ、したがつてこうして得られた各画素の位置 Q の情報を処理回路 9 で相互に関連づけることによつて被計測物体 1 の 3 次元形状を求めることができる。また各カメラ 8 の画角の周縁部は相互に重なつており、したがつてこの周縁部のデータを切捨てることによつて正確な 3 次元情報を得ることができる。

このように、本件計測装置 2 0 では、被計測物体 1 を複数のコード化された各光パターン 7 でそれぞれ照射し、各光パターン 7 毎の被計測物体 1 の画面を多数の画素に分けて明暗の二値化パターン 1 7 を作成し、被計測物体 1 の位置からその 3 次元形状を演算して求めるようにしたので、非接触で計測を行うことができる。また比較的少ない数の光パターン 7 で被計測物体 1 を多数の領域部分 P 0 ~ P 7 に分割して、高精度に 3 次元形状の計測を行うことができる。

また液晶スリット板 2 1 を用いて光パターン 7

-46-

-14-

を形成するようにしたので、高速度にスリットパターン29を変更することができ、したがって被計測物体1の3次元形状を簡単な構成で高速度に計測することができる。

さらにまた、グレイコードに従うスリットパターン29によつて光パターン7が作成されるので、光の帯の境界付近における論理ビットの読誤りは、隣接する領域部分P0～P7が1つずれるだけであり、計測誤差を減少することができる。

上述の実施例では、光パターン7は縦縞であつたけれども、横縞であつてもよく、またドットであつてもよい。また液晶スリット板21に代えて、たとえば陰極線管の画面上に明暗の光パターンを形成し、この陰極線管からの画面を被計測物体1に直接または集光レンズを介して照射するようにしてもよい。この場合、陰極線管上の画面の光パターンは、画像形成手段によつて各種変化可能であるので、被計測物体1の形状に最適な光パターンを比較的容易に実現することができる。さらにまた、陰極線管に代えて、プラズマ表示手段や多

数の発光ダイオードによつて構成された表示手段などが用いられてもよい。

上述の実施例では、光パターンを有するパターン光が用いられたけれども、本発明の他の実施例として、単一または複数のスリット光を用いて被計測物体の3次元形状を計測するようにしてもよい。

パターン光およびスリット光は、可視光であつてもよいし、赤外線などであつてもよい。

#### 発明の効果

以上のように本発明によれば、被計測物体の3次元形状を非接触で計測することができ、しかも各照射手段から同時に、かつ、相互に波長の異なる光を照射して、高速に計測を行うことができ、しかも構成が簡単である。

#### 4、図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の計測装置20の平面配置図、第2図はバンドパス色フィルタ2a1、2a2；2b1、2b2；2c1、2c2の各透過率特性を示すグラフ、第3図は計測装置20の

-15-

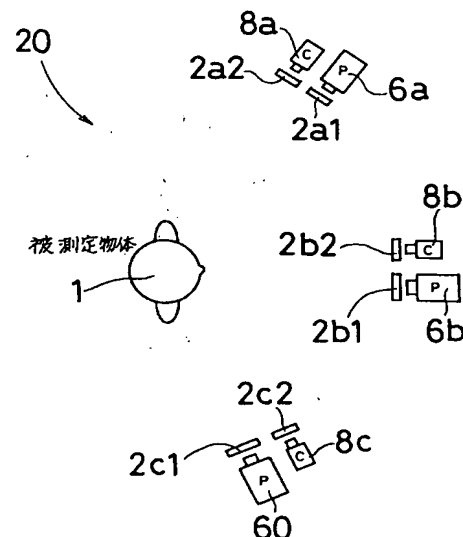
-16-

ブロック図、第4図は照射手段6aの構成を示す図、第5図は計測方法を説明するための図、第6図はスリットパターン29を用いた計測可能な領域の分割状態を示す図、第7図は本発明の原理を説明するための平面図である。

1…被計測物体、2a1、2a2；2b1、2b2；2c1、2c2…バンドパス色フィルタ、6…照射手段、7…光パターン、8…テレビカメラ、9…処理回路、10、11…メモリ、15、16…画像、17…二値化パターン、20…計測装置、21…液晶スリット板、22…デコーダ、23…光源、27…透光領域、28…非透光領域、29…スリットパターン

代理人 弁理士 西 敦 圭 一 郎

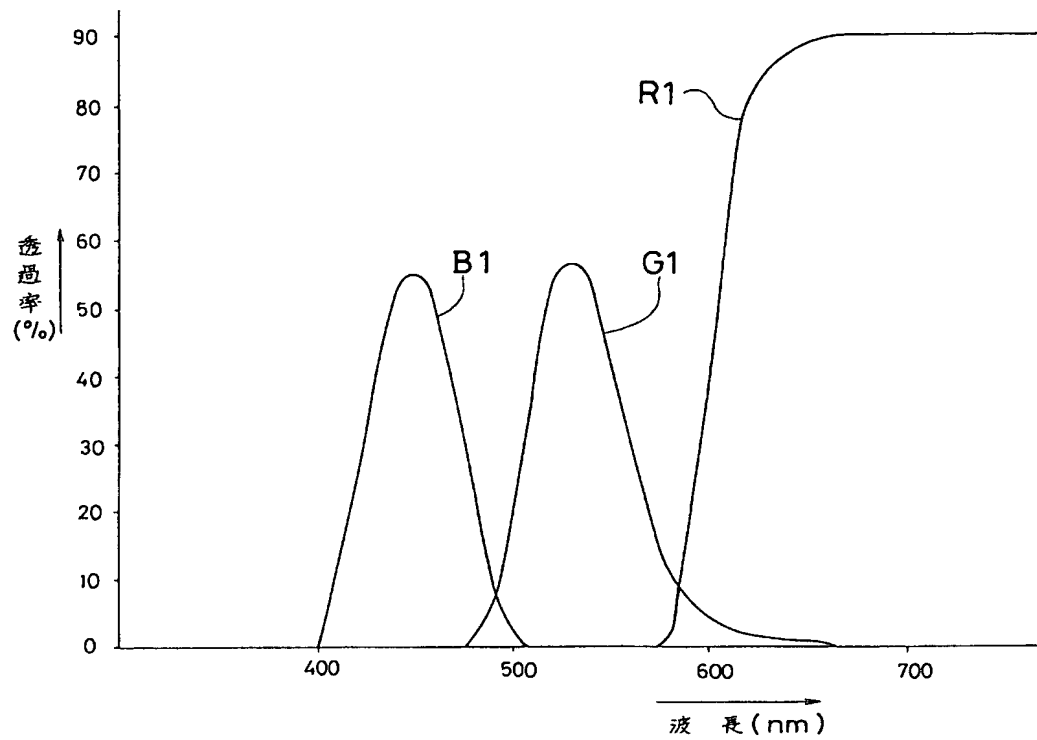
第 1 図



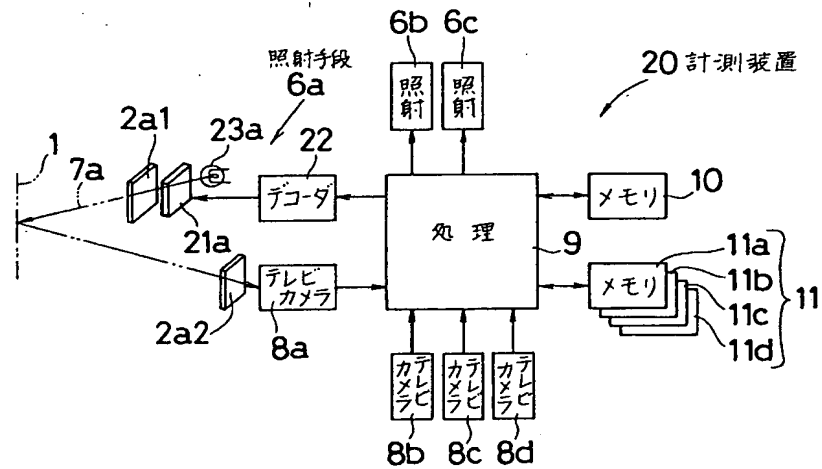
-17-

-47-

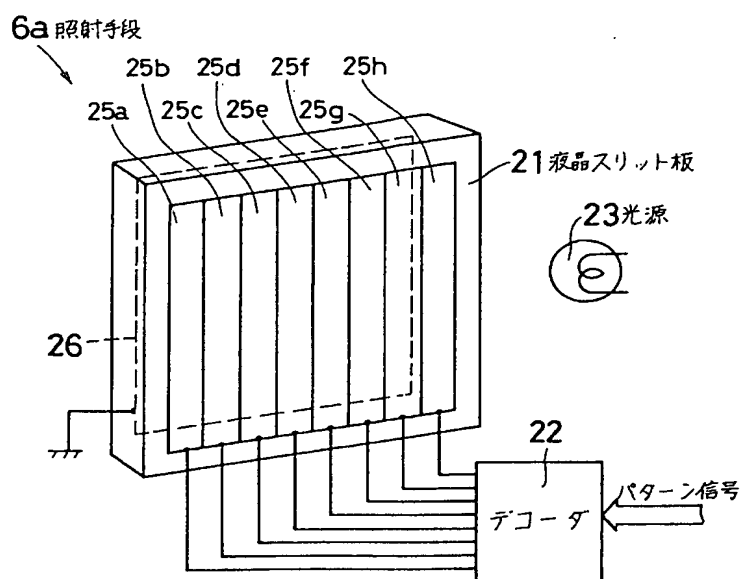
第 2 図



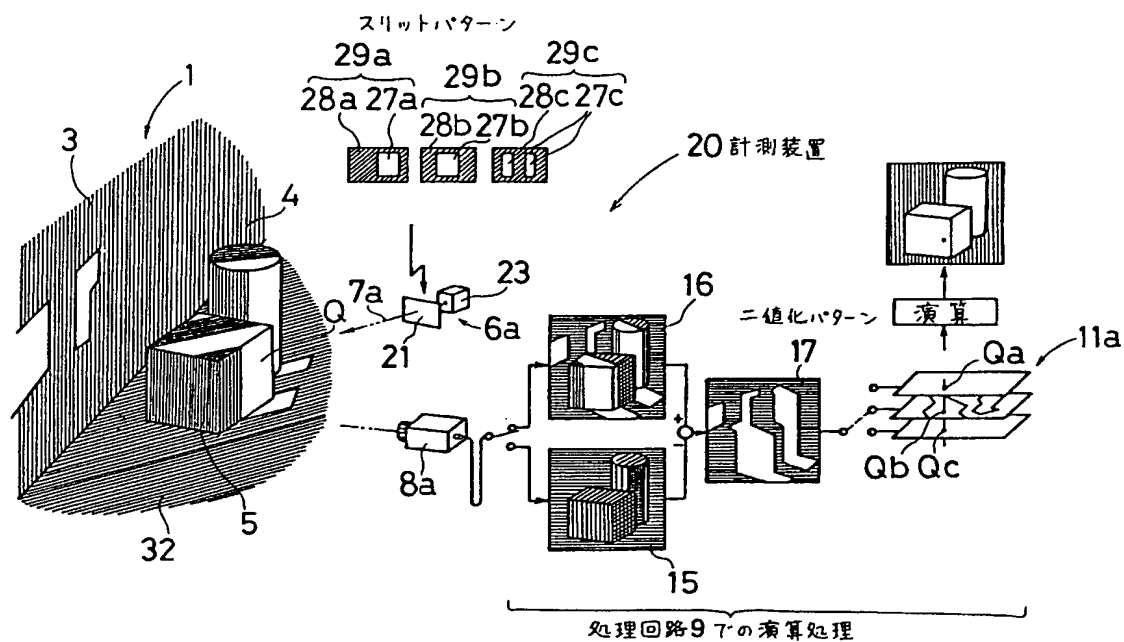
第 3 図



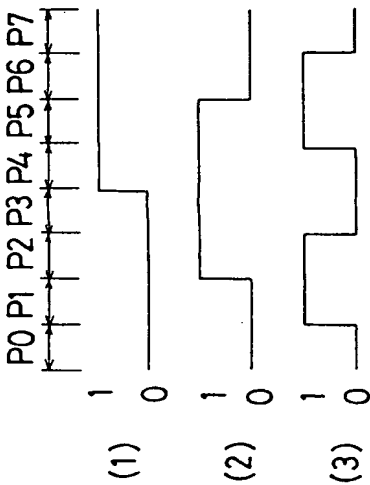
第 4 図



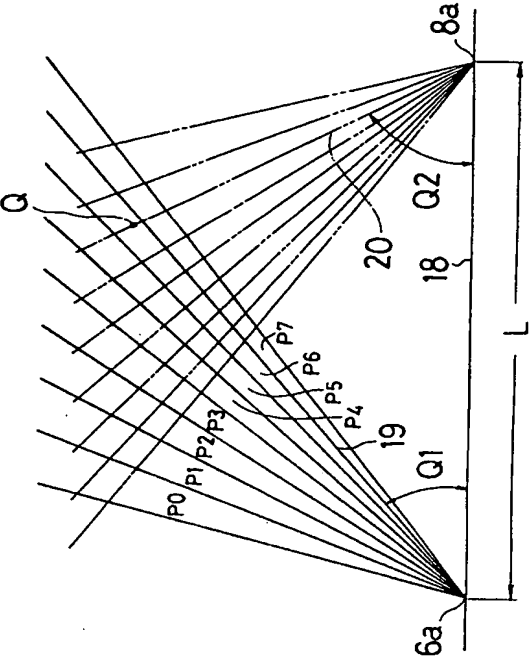
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 1 頁の続き

⑦発 明 者 深 谷 典 行

⑦発 明 者 平 島 充 雄

大阪府大阪市住之江区南港東 8 丁目 2 番 12 号 株式会社オー  
ジー情報システム総究南港研究所内  
大阪府大阪市住之江区南港東 8 丁目 2 番 12 号 株式会社オー  
ジー情報システム総究南港研究所内